

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 5 月 31 日 (31.05.2001)

PCT

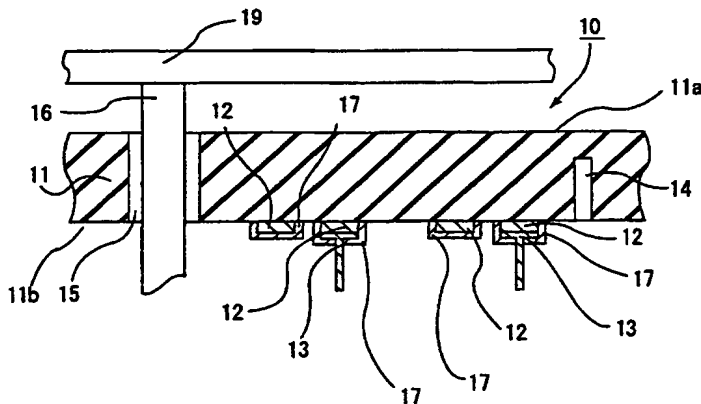
(10) 国際公開番号  
WO 01/39552 A1

- (51) 国際特許分類: H05B 3/20, (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-0917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).  
3/16, 3/10, 3/56, H01L 21/324
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/08226
- (22) 国際出願日: 2000 年 11 月 22 日 (22.11.2000) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 周 延伶 (ZHOU, Yanling) [CN/JP]; 〒501-0695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 安富康男, 外 (YASUTOMI, Yasuo et al.); 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目4番20号 中央ビル Osaka (JP).
- (30) 優先権データ:  
特願平 11/332800 1999 年 11 月 24 日 (24.11.1999) JP (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.  
特願平 2000-29281 2000 年 2 月 7 日 (07.02.2000) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).  
特願平 2000-351503 2000 年 11 月 17 日 (17.11.2000) JP

[続葉有]

(54) Title: CERAMIC HEATER

(54) 発明の名称: セラミックヒータ



(57) Abstract: The invention provides a ceramic heater superior in temperature control and oxidation resistance, which includes a resistance heater using a ceramic substrate as a heater material. The resistance heater includes one or more circuits formed on the ceramic substrate, and an insulating material thereon.

(57) 要約:

本発明の目的は、セラミック基板をヒータの基材とし、温度制御性が良いとともに、耐酸化性等の耐久性の優れた、抵抗発熱体を備えたセラミックヒータを提供することにある。本発明のセラミックヒータは、セラミック基板上に、1または2以上の回路からなる抵抗発熱体が配設され、該抵抗発熱体に絶縁性被覆体が設けられてなることを特徴とする。

WO 01/39552 A1



添付公開書類：  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## セラミックヒータ

## 技術分野

- 5      本発明は、主として半導体産業において使用される半導体の製造または検査用のセラミックヒータに関する。

## 背景技術

- 半導体応用製品は、種々の産業において必要とされる極めて重要な製品であり、  
10      その代表的製品である半導体チップは、例えば、シリコン単結晶を所定の厚さにスライスしてシリコンウエハを作製した後、このシリコンウエハ上に種々の回路等を形成することにより製造される。

- この種々の回路等を形成するには、シリコンウエハ上に、感光性樹脂を塗布し、これを露光、現像処理した後、ポストキュアさせたり、スパッタリングにより導  
15      体層を形成する必要がある。このためには、シリコンウエハを加熱する必要があった。

- かかるシリコンウエハ等の半導体ウエハをヒータ上に載置して加熱するためのこの種のヒータとしては、従来、アルミニウム製の基板の裏面側に電氣的抵抗体等の抵抗発熱体を備えたものが多用されていたが、アルミニウム製の基板は、厚  
20      さ15mm程度を要するので、重量が大きくて嵩張るため取扱いの便が必ずしも良好でないばかりか、通電電流に対する温度追従性という点での温度制御性が不  
充分であり、半導体ウエハを均一に加熱することも容易ではなかった。

- また、かかる半導体製造装置で用いるヒータは、抵抗発熱体の表面が、半導体製造装置の使用の際に光熱や処理ガス等の影響を受けやすいので、抵抗発熱体表  
25      面の酸化に対する耐久性が要求される。

## 発明の要約

本発明は、前述した問題点に鑑みてなされたものであり、セラミック基板をヒータの基材とし、温度制御性が良好であるとともに、耐酸化性等の耐久性に優れ

た、抵抗発熱体を備えたセラミックヒータを提供することを目的とする。

本発明のセラミックヒータは、セラミック基板上に1または2以上の回路からなる抵抗発熱体が配設され、該抵抗発熱体に絶縁性被覆体が設けられてなることを特徴とするものである。

- 5      上記セラミックヒータにおいては、抵抗発熱体の表面にメッキ等により金属被膜を形成する代わりに、絶縁性被覆体が設けられているので、抵抗発熱体に30～300V程度の通電を行った際、抵抗発熱体の表面に電流が流れてしまうという不都合が発生することはなく、この絶縁性被覆体により抵抗発熱体を保護することができる。また、通電により、抵抗発熱体の表面の温度が上昇した場合にも、
- 10   抵抗発熱体が絶縁性被覆体により被覆されているため、酸化しにくく、抵抗発熱体の抵抗の変化等を防止することができる。

- 上記絶縁性被覆体が、上記回路が形成された部分を含む領域一帯に、特に、2以上の回路からなる抵抗発熱体を一体的に被覆して設けられた場合には、上記した効果を奏するとともに、抵抗発熱体を構成する金属（例えば、銀等）のマイグレーションにより、抵抗発熱体に短絡等が発生するのを防止することができる。
- 15    また、上記領域に絶縁性被覆体を形成する際にも、上記回路が形成された部分を含む領域一帯に、スクリーン印刷等により容易に被覆層を形成することができるため、被覆コストが削減され、安価なヒータとなる。

- 本発明のセラミックヒータを構成するセラミック基板は、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなることが好ましい。窒化物セラミック、炭化物セラミックは、抵抗発熱体の発熱を伝導する熱伝導性が優れており、しかも半導体製造装置内での処理ガスに対する耐蝕性が優れているので、ヒータ用基板に好適であるからである。
- 20

- 本発明のセラミックヒータでは、上記絶縁性被覆体を酸化物ガラスにより構成することができる。これらの用途に適用できる酸化物ガラスは、セラミック基板および抵抗発熱体に対する密着強度が大きく、化学的に安定であり、しかも電気絶縁性が良好であるからである。
- 25

    また、本発明のセラミックヒータでは、上記絶縁性被覆体を耐熱性樹脂材料により構成することができる。これらの用途に適用できる耐熱性樹脂材料も、セラ

ミック基板および抵抗発熱体に対する密着強度が大きく、電気絶縁性が良好であり、比較的低温で形成することができるからである。尚、耐熱性とは、150℃以上で使用可能であることをいう。

上記耐熱性樹脂材料としては、ポリイミド系樹脂またはシリコン系樹脂のうち少なくとも1種を選択することができる。

また、本発明のセラミックヒータでは、抵抗発熱体が形成された側の反対側が加熱面であり、この加熱面側で半導体ウエハを処理することが望ましい。抵抗発熱体で発生した熱は、セラミック基板を伝搬するうちに拡散するため、抵抗発熱体パターンに相似した温度分布が発生しにくくなり、加熱面の均熱性を確保することができるからである。

半導体ウエハは、加熱面に載置してもよく、支持ピン等により加熱面から50～200μm程度離間させて保持して加熱してもよい。

なお、特開平6-13161号公報には、セラミック基板を樹脂で被覆した構造が開示されているが、この公報では、発熱体上に被加熱物を載置するものであり、本発明とは全く思想を異にする。

また、特許第2724075号公報には、窒化アルミニウム質焼結体の表面にアルコキシドと金属粉末とガラス粉末とを被着して焼成することで、上記窒化アルミニウム質焼結体の表面に金属層を被着させる方法が開示されているが、この特許は、半導体パッケージに関するもので、本発明のようなセラミックヒータに関するものではなく、本発明の新規性が阻害されることはない。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係るセラミックヒータの一実施形態を模式的に示す底面図である。

図2は、図1に示したセラミックヒータの一部分を示す部分拡大断面図である。

図3は、本発明に係るセラミックヒータの別の実施形態を模式的に示す底面図である。

図4は、図3に示したセラミックヒータの一部分を示す部分拡大断面図である。

図5は、本発明に係るセラミックヒータのさらに別の実施形態を模式的に示す

底面図である。

符号の説明

- 10、20、30 セラミックヒータ
- 5 11、21 セラミック基板
- 11a、21a 加熱面
- 11b、21b 底面
- 12、22 (22a、22b、22c、22d) 抵抗発熱体
- 13、23 外部端子
- 10 14、24 有底孔
- 15、25 貫通孔
- 16 リフターピン
- 17、27 (27a、27b、27c、27d)、37 絶縁性被覆体
- 19 シリコンウエハ

15

発明の詳細な開示

以下、本発明のセラミックヒータの実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明のセラミックヒータの一実施形態を模式的に示した底面図であり、図2は、上記セラミックヒータの部分拡大断面図である。

このセラミックヒータ10は、絶縁性の窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状のセラミック基板11を用い、このセラミック基板11の一主面に略線条状の抵抗発熱体12を、例えば、図1に示した同心円形状に配設することにより、回路を形成し、他の主面（以下、加熱面という）11aにシリコンウエハ19等の被加熱物を載置し、または、加熱面11aより一定の距離で離間させた状態で保持し、加熱するように構成されている。

図2に示すように、このセラミック基板11の中央に近い部分には貫通孔15が形成され、この貫通孔15にリフターピン16が挿通されてシリコンウエハ19が支持されるようになっている。また、底面11bには、熱電対等の温度測定

素子を挿入するための有底孔 14 が形成されている。

このセラミックヒータ 10 においては、図 2 に示したように、この抵抗発熱体 12 の表面部分に、所定の厚さからなる絶縁性被覆体 17 を設けることにより、耐酸化性等の耐久性を向上させているのである。なお、このセラミックヒータ 10 では、抵抗発熱体 12 の端部に外部端子 13 が接続され、この外部端子 13 の一部にも絶縁性被覆体 17 が形成されているが、これは、通常、抵抗発熱体 12 の端部に外部端子 13 を接続した後、絶縁性被覆体 17 を形成した場合である。

外部端子 13 を接続する前に絶縁性被覆体 17 を形成する場合には、外部端子 13 を接続する部分に絶縁性被覆体 17 を設けることができない。従って、この場合には、外部端子 13 が接続されている部分には、通常、絶縁性被覆体 17 が形成されていない。但し、外部端子 13 を接続した後、再度被覆を行い、外部端子 13 が接続された部分に絶縁性被覆体 17 を形成してもよい。

従来、抵抗発熱体をセラミック基板表面に形成したセラミックヒータでは、抵抗発熱体の露出した表面から熱が放散してしまい、投入電力に対して加熱面の温度が上がらないという改良すべき点があったが、本発明では、絶縁性被覆体 17 が形成されているため、抵抗発熱体 12 からの熱放散が少なく、投入電力に対して効率よく発熱し、高い表面温度を確保することができる。

絶縁性被覆体 17 としては、酸化物系ガラス材料、または、ポリイミド系樹脂、シリコン系樹脂等の耐熱性を有する電気絶縁性の合成樹脂（以下、耐熱性樹脂という）を用いることができる。これらの材料は、1 種類だけ用いてもよく、2 種類以上を併用（重層として形成等）してもよい。尚、これらの材料については、後述する。

また、以下の説明では、セラミック基板の基材として窒化アルミニウム焼結体基板を用いる場合を説明するが、基材は、勿論、窒化アルミニウムに限定されるものではなく、その材質の例として、例えば、炭化物セラミック、酸化物セラミック、窒化アルミニウム以外の窒化物セラミック等を挙げることができる。

上記炭化物セラミックの例としては、例えば、炭化珪素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等の金属炭化物セラミックを挙げることができ、上記酸化物セラミックの例としては、アルミナ、ジルコニア、コ

ージェライト、ムライト等の金属酸化物セラミックを挙げることができる。さらに、上記窒化物セラミックの例としては、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、窒化チタン等の金属窒化物セラミックを挙げることができる。

- これらのセラミック材料のうち、一般的には、窒化物セラミック、炭化物セラミックの方が、熱伝導率が高いので、酸化物セラミックよりも好ましい。尚、これらの焼結体基板の材料は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

- 窒化アルミニウムに代表される窒化物セラミックや、他の炭化物セラミックを用いたセラミックヒータは、これらセラミック材料の熱膨張係数が金属よりも小さいことに加えて、剛性が高いので、厚さが薄い場合であっても加熱による反りや歪みが生じることはなく、ヒータ基板を、アルミニウム等の金属材料のものよりも薄くて軽量のものとすることができる。とりわけ、窒化アルミニウムは、熱伝導率に優れ、しかも、半導体製造装置内での光熱の影響を殆ど受けず、処理ガス等に対する耐蝕性が優れているので、ヒータとして好適に使用することができる。

- 上記窒化物セラミック、炭化物セラミックからなるセラミック基板の表面には、絶縁層を形成してもよい。

- セラミック基板自体が室温で導電性が大きい、または、高温領域において抵抗が低下するものである場合には、セラミック基板表面にそのまま抵抗発熱体を形成すると、隣接する抵抗発熱体間にリーク電流が発生し、ヒータとして機能しなくなる場合があるからである。

この場合には、セラミック基板表面に絶縁層を形成し、絶縁層上に抵抗発熱体を形成し、さらに抵抗発熱体の上に絶縁性被覆体を設けることになる。

- 絶縁層としては、例えば、酸化物セラミックが使用される。このような酸化物セラミックとしては、例えば、シリカ、アルミナ、ムライト、コージェライト、ベリリア等を挙げることができる。これらの酸化物セラミックは、単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。

これらの材料からなる絶縁層を形成する方法としては、例えば、アルコキシドを加水分解させたゾル溶液を用い、スピコート等により被覆層を形成した後、乾燥、焼成する方法を挙げることができる。また、CVDやスパッタリングによ



り絶縁層を形成してもよく、ガラス粉ペーストを塗布した後、500～1000℃で焼成することにより、絶縁層を形成してもよい。

抵抗発熱体12は、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケル等の金属の粒子を含む導体ペーストをセラミック基板の表面に塗布して所定パターンの導体ペースト層を形成した後、焼き付けて金属粒子を焼結させることにより形成する。この金属粒子の焼結は、金属粒子同士および金属粒子とセラミック基板とが融着していれば充分である。なお、抵抗発熱体12は、タングステンカーバイド、モリブデンカーバイド等の導電性セラミックの粒子を用いて形成してもよい。

10 抵抗発熱体12を形成する際、その形状（線幅や厚さ）をコントロールすることにより、抵抗値を種々の値に設定することができる。また、よく知られている通り、幅を狭くする程、また、厚さを薄くする程、抵抗値を高くすることができる。抵抗発熱体の形態は、有幅の略直線または曲線であるが、幾何学的に厳密な直線や曲線であることを要せず、また、直線と曲線の組み合わせであってもよい。

15 絶縁性被覆体の材料である酸化物系ガラス材料は、素材自体が高い電気絶縁性を有し、セラミック基板および抵抗発熱体に対する密着強度が大きく、化学的に安定であるので、セラミック基板との安定な界面および抵抗発熱体との安定な界面を構成することができる。

その具体的な組成の例としては、例えば、ZnOを主成分とするZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>、PbOを主成分とするPbO-SiO<sub>2</sub>、PbO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>、PbO-ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等を挙げることができる。これらの酸化物系ガラス材料は、結晶性の部分が存在してもよい。これらガラス材料のガラス転移点は、400～700℃であり、熱膨張係数が4～9ppm/℃である。

25 このような酸化物系ガラス材料からなる絶縁性被覆体を形成する方法としては、上記酸化物ガラス粉末を含むペーストをセラミック基板表面にスクリーン印刷等により塗布し、乾燥、焼成を行うことにより絶縁性被覆体を形成する方法を挙げることができる。この場合、外部端子を形成する部分には、絶縁性被覆体を形成しないように、加熱の際に比較的簡単に分解する樹脂等からなる層を形成しておく必要がある。

また、絶縁性被覆体の材料である耐熱性樹脂材料も、電気絶縁性が良好で、セラミック基板および抵抗発熱体に対する密着強度が大きく、セラミック基板との安定な界面および抵抗発熱体との安定な界面を構成することができる。また、この耐熱性樹脂材料を用いることにより、比較的低温で絶縁性被覆体を形成することができる。絶縁性被覆体を形成する際には、抵抗発熱体表面に塗布し、乾燥固

5 化するだけでよいので、低コストで容易に形成することができる。ここで、耐熱性とは150℃以上の温度で使用可能であることをいうものとし、このとき、高分子の劣化等が生じない。

その具体的な例として、例えば、ポリイミド系樹脂、シリコン系樹脂等を挙げ

10 げることができる。ポリイミド系樹脂は、カルボン酸誘導体とジアミンとの反応によって得られる高分子化合物であり、200℃以上の耐熱性を有し、広い温度範囲で使用することができる。また、シリコン系樹脂は、ポリシロキサン側の鎖のアルキル基としてメチル基やエチル基を配したものであり、耐熱性に優れるとともにゴム弾性も有し、抵抗発熱体およびセラミック基板に対する密着性が良

15 好で、150～250℃程度の比較的低温で乾燥固化させることにより絶縁性被覆体を成形することができる。

このような耐熱性樹脂材料からなる絶縁性被覆体を形成する方法としては、上記耐熱性樹脂材料を溶剤等に溶かしたペーストをセラミック基板表面に塗布またはスプレーし、乾燥させることにより絶縁性被覆体を形成する方法を挙げること

20 ができる。

このセラミックヒータ10では、抵抗発熱体12の表面部分に絶縁性被覆体17が形成されており、この絶縁性被覆体17の厚さは、酸化物ガラスの場合は5～20μm、耐熱性樹脂の場合は10～30μmであることが望ましい。

セラミックヒータ10では、加熱した後、常温に戻すための冷却が必要になる

25 が、絶縁性被覆体17が厚すぎると冷却に時間がかかって、生産性が低下してしまい、逆に薄すぎると、耐酸化性が低下し、露出した抵抗発熱体表面からの放熱に起因して加熱面の温度が下がってしまうからである。

このように、抵抗発熱体表面に絶縁性被覆体を設けると、これらの材料が電気絶縁性に優れることから、抵抗発熱体に30～300V程度の通電を行った際で

も、絶縁性被覆体を漏れ電流が流れてしまうことがなく、抵抗発熱体表面を保護することができる。

さらに、上述したセラミック基板は、熱伝導率が高く、厚さの薄いものを形成し得るので、セラミック基板の表面温度が抵抗発熱体の温度変化に対して迅速に追従し、その結果、このセラミックヒータ 10 は、温度制御性や耐久性に優れたものとなる。

図 3 は、本発明のセラミックヒータの別の実施形態を模式的に示した底面図であり、図 4 は、上記セラミックヒータの部分拡大断面図である。

このセラミックヒータ 20 は、図 1 に示したセラミックヒータ 10 の場合と同様に、板状のセラミック基板 21 を用い、このセラミック基板 21 の一主面に略線条状の抵抗発熱体 22 (22a~22f) を、図 1 に示した同心円形状に配設することにより、回路を形成し、他の主面に被加熱物を載置し、または、加熱面 21a より一定の距離で離間させた状態で保持し、加熱するように構成されている。

そして、このセラミックヒータ 20 では、上記回路が形成された部分を含む領域、すなわち、回路同士の間隔が比較的広い抵抗発熱体 22a、22b、22c では、回路を構成する抵抗発熱体で挟まれた領域およびその周辺領域一帯に、絶縁性被覆体 27a、27b、27c が設けられており、一方、回路同士の間隔が狭い抵抗発熱体 22d、22e、22f では、回路を構成する抵抗発熱体で挟まれた領域とその周辺および各回路間の領域全体に、絶縁性被覆体 27d が設けられている。

このような構成からなるセラミックヒータ 20 においては、図 1 に示したセラミックヒータ 10 の場合と同様の効果を奏するほか、抵抗発熱体 22 に含まれる金属粒子 (例えば、銀粒子) のマイグレーションにより隣り合った回路に短絡が生じるのを防止することができる。また、絶縁性被覆体 27 を形成する際にも、スクリーン印刷等により、一定領域に塗布層を形成し、加熱等を行って絶縁性被覆体 27 を形成すればよいので、比較的容易にかつ効率よく形成することができ、被覆コストが削減され、安価なヒータとなる。

絶縁性被覆体 27 としては、図 1 に示したセラミックヒータの場合と同様、酸

化物系ガラス材料、または、ポリイミド系樹脂、シリコン系樹脂等の耐熱性樹脂の何れかを用いることができる。

また、セラミック基板の基材の材質は、図1に示したセラミックヒータの場合と同様、例えば、炭化物セラミック、酸化物セラミック、窒化物セラミック等を用いることができる。

抵抗発熱体22の材質も、図1に示したセラミックヒータ10の場合と同様のものを用いることができ、図1に示したセラミックヒータ10の場合と同様の方法を用いて抵抗発熱体22を形成することができる。

このセラミックヒータ20において、絶縁性被覆体27の厚さ（抵抗発熱体22の表面からの厚さ）は、図1に示したセラミックヒータ10の場合と同様であることが望ましく、抵抗発熱体22が形成されていない部分のセラミック基板21の底面からの厚さは、酸化物ガラスの場合は5～100 $\mu\text{m}$ であることが望ましく、10～30 $\mu\text{m}$ であることがより望ましい。また、耐熱性樹脂の場合は10～50 $\mu\text{m}$ であることが望ましい。

図5は、本発明のセラミックヒータのさらに別の実施形態を模式的に示した底面図である。

このセラミックヒータ30は、上述したセラミックヒータ20の抵抗発熱体22が形成された領域全体に絶縁性被覆体37が形成されているほかは、セラミックヒータ20と同様の構造であり、図1に示したセラミックヒータ10の場合と同様の効果を奏するほか、抵抗発熱体22に含まれる金属粒子（例えば、銀粒子）のマイグレーションにより隣り合った回路に短絡が生じるのを防止することができる。また、絶縁性被覆体37を形成する際にも、スクリーン印刷等により塗布層を形成し、加熱等を行って絶縁性被覆体37を形成すればよいので、容易にかつ効率よく形成することができ、被覆コストが削減され、安価なヒータとなる。

このように、本発明における絶縁性被覆体は、回路の表面のみを被覆する構成のもの、回路が形成された部分を含む領域一帯を被覆する構成のもの、セラミック基板の直径方向に隣接する2以上の回路を一体的に被覆する構成のもの、回路が形成された領域全体を被覆する構成のものなど各種の構成のものを採用することができる。

本発明のセラミックヒータにおいて、回路が形成された領域全体を絶縁性被覆体で被覆する構成のものは、回路が保温されるため加熱面の温度安定性に優れるが、絶縁性被覆体の熱容量が大きくなるため冷却時間が長くなる。一方、回路の表面のみを絶縁性被覆体で被覆する構成のものは、絶縁性被覆体の熱容量が小さいため冷却時間を短くすることができるが、加熱面での温度安定性が劣ったものとなる。

従って、セラミック基板の冷却時間を短くするという観点からは、回路の表面のみを絶縁性被覆体で被覆する構成のものが望ましく、加熱面の温度安定性という観点からは、回路が形成された領域全体を絶縁性被覆体で被覆する構成のものが望ましい。

一方、回路が形成された部分を含む領域一帯を絶縁性被覆体で被覆する構成のものや、セラミック基板の直径方向に隣接する2以上の回路を一体的に絶縁性被覆体で被覆するが、回路全体を絶縁性被覆体で被覆しない構成のものは、冷却時間を短くするとともに、加熱面での温度安定性を確保することができるため、より望ましい。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明に係るセラミックヒータの具体例および製造方法について説明する。以下の説明においては、工程条件は、あくまで一例を示すものであり、試料の大きさや処理量等によって適宜の変更を伴って設定することができる。

#### 実施例1

窒化アルミニウム粉末（平均粒径1.1  $\mu\text{m}$ ）100重量部、イットリア（平均粒径0.4  $\mu\text{m}$ ）4重量部、アクリル系樹脂バインダ12重量部、および、アルコールを混合混練してスラリーを形成した後、スプレードライ法によって該スラリーの噴霧を行い、顆粒状粉末とした。

次に、この顆粒状粉末を成形用金型に投入し、平板状に成形することにより生成形体を形成し、この生成形体を約1800℃、圧力20MPaの条件でホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウムからなる板状焼結体を得た。これを直径210mmの円板状に切り出してセラミックヒータ用のセラミック基板11（

図1参照)とした。

次に、セラミック基板11に、半導体ウエハ用のリフターピン16を挿通するための貫通孔15と、熱電対を埋め込むための有底孔14となる部分をドリル加工によって穿設した。

- 5 上記加工の終わったセラミック基板11に、例えば、図1に示したパターン状に線条状の抵抗発熱体12が形成されるようにスクリーン印刷法により導体ペーストを印刷した。ここで用いた導体ペーストは、徳力化学研究所製のソルベストPS603D(商品名)であり、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素およびアルミナの混合物からなる金属酸化物(重量比は、この順に、5/55/10/10
- 10 25/10)を銀の量に対して7.5重量%含有する、いわゆる銀ペーストである。ちなみに銀の平均粒径は4.5 $\mu$ mであり、形状は鱗片状のものが主体であった。

- このように導体ペーストを印刷したセラミック基板11を780℃で加熱焼成して導体ペースト中の銀を焼結させるとともに、セラミック基板11に焼き付けた。このとき、銀焼結体により形成した抵抗発熱体12は、その厚さが約10 $\mu$ m、幅約2.4mm、面積抵抗が5m $\Omega$ /□であった。
- 15

この後、抵抗発熱体12の表面に酸化物系ガラス材料からなる絶縁性被覆体17を形成した。

- まず、PbO30重量%、SiO<sub>2</sub>50重量%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>15重量%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>3重量%、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>2重量%からなる組成のガラス粉末87重量部に、ビヒクル3重量部、溶剤10重量部を添加してペースト状混合物を調製した。
- 20

- 次に、このペースト状混合物を用いて、抵抗発熱体12の表面を覆うようにスクリーン印刷を行い、ペースト状混合物の層を形成した。この後、このペースト状混合物を120℃で乾燥、固着させ、空気雰囲気中、680℃、10分間の条件で加熱することにより抵抗発熱体12の表面およびセラミック基板11に融着させ、絶縁性被覆体17を形成した。このとき、絶縁性被覆体17の厚さは10 $\mu$ mであった。但し、抵抗発熱体12からなる回路両端の外部端子13接続部分には、絶縁性被覆体17を形成しなかった。従って、外部端子近傍の被覆状態は、図2に示したセラミックヒータ10とは異なる。
- 25

尚、加熱して融着させる際に、あらかじめ絶縁性被覆体 17 の形状に適合する形状に仮成形しておき、この仮成形体を抵抗発熱体 12 上に載置し、加熱する方法でもよい。

次に、抵抗発熱体 12 の外部端子 13 を取付ける部分に、スクリーン印刷法により銀含有鉛はんだペースト（田中貴金属工業株式会社製）を印刷してはんだ層を形成し、さらに、このはんだ層の上にコパール製の外部端子 13 を載置して 420℃で加熱リフローし、外部端子 13 を抵抗発熱体 12 の両端部分に接続、固定させた。

なお、図 2 に示したように、先に抵抗発熱体 12 と外部端子 13 とを接続し、この後、外部端子 13 が形成された抵抗発熱体 12 の部分をも被覆するように絶縁性被覆体 17 を形成してもよい。

この後、温度制御のための熱電対（図示せず）をセラミック基板の有底孔 14 に埋め込み、図 1、2 に示したセラミックヒータ 10 を得た。

尚、抵抗発熱体 12 は所定の抵抗値を有していることから、通電が行われると、ジュール熱による発熱を生じて半導体ウエハ 19 を加熱する。

以上のようにして、窒化アルミニウム基板 11 を用いたセラミックヒータ 10 を製造した後、このセラミックヒータ 10 について、用いた絶縁性被覆体材料の熱膨張率と面積抵抗とを測定し、また、抵抗発熱体の耐酸化性を調査した。

また、200℃までセラミックヒータ 10 を昇温して、サーモビューアで加熱面を観察し、任意の 1 点の温度が 10 時間でどれだけ変動するかを測定し、経時的温度変化を調べ、さらに、0.1 m<sup>3</sup>/分で空気をセラミックヒータ 10 に吹きつけて、加熱面の温度が 50℃に低下するまでに必要な時間を測定した。その結果を表 1 にまとめた。

尚、面積抵抗は、室温、D. C. 100 V の条件で測定し、耐酸化性は、200℃×1000 時間のエージング後のヒータ抵抗の変化を調べることにより評価し、経時的温度変化は、10 時間測定中の最高温度と最低温度との差で表した。

また、マイグレーションの発生の有無の測定を以下の方法により行った。

すなわち、得られたセラミックヒータ 10 を湿度 100% で 200℃まで加熱して、48 時間通電し、抵抗発熱体間の金属拡散の有無を蛍光 X 線分析計（島津

製作所社製 EPM-810S) で測定することにより行った。

#### 実施例 2

酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（ポリイミド樹脂）を用い、以下の方法により絶縁性被覆体 17 を形成したほかは、実施例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例 1 と同様に評価した。その結果を表 1 に示した。

すなわち、まず、芳香族ポリイミド粉末 80 重量% とポリアミド酸 20 重量% からなるペースト状または粘液状の混合物の溶液を調製した後、この混合物の溶液を、抵抗発熱体 12 表面を覆うように選択的に塗布し、抵抗発熱体 12 表面上に混合物の層を形成した。

この後、形成された混合物の層を連続焼成炉中で 350℃ で加熱して乾燥固化させ、抵抗発熱体 12 表面およびセラミック基板 11 に融着させた。このとき、形成された絶縁性被覆体 17 の厚さは 10 μm であった。

#### 実施例 3

酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（シリコーン系樹脂）を用い、以下の方法により絶縁性被覆体 17 を形成したほかは、実施例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例 1 と同様に評価した。その結果を表 1 に示した。すなわち、メタルマスク印刷法等により、メチルフェニル系のシリコーン樹脂を抵抗発熱体 12 表面を覆うように選択的に塗布し、オーブン中 220℃ で、加熱して乾燥固化させ、抵抗発熱体 12 表面およびセラミック基板 11 に融着させた。このとき、形成された絶縁性被覆体 17 の厚さは 15 μm であった。

#### 実施例 4

本実施例では、線条状の抵抗発熱体の抵抗値を高くしたほかは、実施例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例 1 と同様に評価した。その結果を表 1 に示した。

これは、30～300V の電圧を印加し、温度を 200℃ 以上に昇温する場合には、抵抗値を高くする必要があるためである。

抵抗発熱体用のペーストとして、銀：56.5 重量%、パラジウム：10.3 重量%、SiO<sub>2</sub>：1.1 重量%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：2.5 重量%、ZnO：5.6 重量%、PbO：0.6 重量%、RuO<sub>2</sub>：2.1 重量%、樹脂バインダ：3.4 重量%



%、溶剤：17.9重量%からなるものを使用した。

抵抗発熱体パターンは、厚さ10  $\mu\text{m}$ 、幅2.4 mm、面積抵抗が150 m $\Omega$  /  $\square$ であった。

#### 実施例 5

- 5 酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（ポリイミド樹脂）を用い、実施例2で記載した方法により絶縁性被覆体17を形成したほかは、実施例4と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例4と同様に評価した。その結果を表1に示した。

#### 実施例 6

- 10 酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（シリコーン系樹脂）を用い、実施例3で記載した方法により絶縁性被覆体17を形成したほかは、実施例4と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例4と同様に評価した。その結果を表1に示した。

#### 比較例 1

- 15 抵抗発熱体が形成されたセラミック基板を無電解ニッケルメッキ浴に浸漬し、抵抗発熱体の表面に厚さ約1  $\mu\text{m}$ のニッケル製の金属層を析出させたほかは、実施例1の場合と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例1と同様に評価した。その結果を表1に示した。

- 20 なお、上記ニッケルメッキ浴の各成分の濃度は、硫酸ニッケル80 g/l、次亜リン酸ナトリウム24 g/l、酢酸ナトリウム12 g/l、ほう酸8 g/l、塩化アンモニウム6 g/lであった。

#### 比較例 2

- 抵抗発熱体12表面に全く絶縁性被覆体17を形成しなかったほかは、実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例1と同様に評価した。その結果を表1に示した。
- 25

表 1

	絶縁性被覆体		絶縁性被覆体の熱膨張率 (ppm/°C)	絶縁性被覆体の面積抵抗 ( $\Omega/\square$ )	耐酸化性 (200°C×1000hrでの抵抗変化、%)	経時的温度変化 (°C)	冷却時間 (sec)
	種別	組成					
実施例1	酸化物ガラス	PbO-SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	10 <sup>16</sup>	0.2	0.1	160
実施例2	ポリイミド樹脂	芳香族系	12	10 <sup>15</sup>	0.3	0.2	160
実施例3	シリコーン樹脂	メチルフェニル系	13	10 <sup>15</sup>	0.3	0.1	160
実施例4	酸化物ガラス	PbO-SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	10 <sup>16</sup>	0.1	0.2	170
実施例5	ポリイミド樹脂	芳香族系	12	10 <sup>15</sup>	0.3	0.2	160
実施例6	シリコーン樹脂	メチルフェニル系	13	10 <sup>15</sup>	0.3	0.1	170
比較例1	メッキ	ニッケル	13.3	50m	3	0.5	150
比較例2	なし	-	-	-	20	0.5	150

表 1 に示した結果より明らかなように、本実施例 1 ～ 6 においては、抵抗発熱体の抵抗変化は、0.1 ～ 0.3 % と小さかったのに対し、比較例 1 では 3 % と大きくなっていた。この理由としては、ニッケルメッキ膜自体の酸化により抵抗が変動したことが挙げられるほか、ニッケルメッキ膜がポーラスであるため、酸素が拡散して内部の銀を酸化させてしまったのではないかと推定している。また、比較例 2 では、抵抗発熱体を被覆する層が全く形成されていないため、抵抗発熱体の抵抗変化率が 20 ～ 25 % と大きく実用に耐えないことが判明した。また、マイグレーションの発生については、比較例 2 に係るセラミックヒータで、Ag のマイグレーションが発生しており、抵抗発熱体間で短絡が発生するおそれがあった。

さらに、実施例 1、4 に係るセラミックヒータでは、絶縁性被覆体である酸化物ガラスの熱膨張係数は 5 ppm/°C であり、窒化アルミニウムが 3.5 ～ 4 ppm/°C と両者は数値的に近く、冷熱サイクルによる膨張、収縮で抵抗発熱体を構成する金属粒子同士が離間することにより生じる抵抗変化が耐熱性樹脂を使用した場合に比べて比較的小さい。

実施例 4 ～ 6 では、抵抗発熱体として、面積抵抗値が 150 m $\Omega/\square$  であるも

のを使用した。この場合、絶縁性被覆体の面積抵抗が  $10^{15} \sim 10^{16} \Omega/\square$  と略完全に絶縁体であるため、50～200Vの電圧を印加しても、電流は抵抗発熱体の内部を伝搬し、発熱量も大きくなるが、比較例1のようなニッケルメッキ膜を形成した場合には、ニッケルメッキ膜の面積抵抗が  $50 \text{ m}\Omega/\square$  と抵抗発熱体より小さく、電流は抵抗値がより低い部分を伝搬することから、電流はニッケルメッキ膜を伝搬してしまい、発熱量が小さくなってしまう。

また、実施例1～6に係るセラミックヒータの経時的温度変化は0.1～0.2℃と小さかったのに対し、比較例1、2では、0.5℃と大きくなっていた。また、実施例1～6に係るセラミックヒータの冷却時間は160～170secであるのに対し、比較例1、2では、150secであった。

#### 実施例7

実施例1の場合と同様にして、セラミックヒータ用のセラミック基板21を製作し、半導体ウエハ用のリフターピン16を挿通するための貫通孔25と、熱電対を埋め込むための有底孔24となる部分をドリル加工によって穿設した。

次に、上記加工の終わったセラミック基板21の底面に、実施例1と同じ材料を用い、図3に示した形状の抵抗発熱体22a～22fを形成した。

この後、図3に示したように、抵抗発熱体22a、22b、22cでは、回路を構成する抵抗発熱体で挟まれた領域およびその周辺領域一帯に、酸化物系ガラス材料からなる絶縁性被覆体27a、27b、27cを設け、抵抗発熱体22d、22e、22fでは、回路を構成する抵抗発熱体で挟まれた領域とその周辺および各回路間の領域全体に、同様の材料からなる絶縁性被覆体27dを設けた。

上記酸化物系ガラス材料の組成は、実施例1の場合と同様であり、絶縁性被覆体27の形成方法は、塗布した領域が上記のように広域にわたったほかは実施例1の場合と同様である。但し、回路の両端の外部端子を接続する部分には、絶縁性被覆体27を形成しなかった。

この後、温度制御のための熱電対（図示せず）をセラミック基板の有底孔24に埋め込み、図3、4に示したセラミックヒータ20を得た。

以上のようにして、窒化アルミニウム基板21を用いたセラミックヒータ20を製造した後、このセラミックヒータ20について、用いた絶縁性被覆体材料の

熱膨張率と面積抵抗とを測定し、また、表面抵抗耐酸化性を調査した。

- また、200℃までセラミックヒータ20を昇温して、サーモビューアで加熱面を観察し、任意の1点の温度が10時間でどれだけ変動するかを測定し、経時的温度変化を調べ、さらに、0.1m<sup>3</sup>/分で空気をセラミックヒータ20に吹きつけて、加熱面の温度が50℃に低下するまでに必要な時間を測定した。その結果を表2に示した。

尚、表面抵抗の測定条件、耐酸化性の評価方法、経時的温度変化の評価方法は、実施例1と同様である。

#### 実施例8

- 10 酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（ポリイミド樹脂）を用い、以下の方法により絶縁性被覆体27を形成したほかは、実施例7と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例7と同様に評価した。その結果を表2に示した。

- すなわち、まず、芳香族ポリイミド粉末80重量%とポリアミド酸20重量%からなるペースト状または粘液状の混合物の溶液を調製した後、この混合物の溶液を、実施例7の場合と同様の領域に塗布し、連続焼成炉中で350℃で加熱して乾燥固化させ、絶縁性被覆体27a～27dを形成した。

#### 実施例9

- 酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（シリコーン系樹脂）を用い、以下の方法により絶縁性被覆体27を形成したほかは、実施例7と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例7と同様に評価した。その結果を表2に示した。

すなわち、メタルマスク印刷法等により、メチルフェニル系のシリコーン樹脂を実施例7の場合と同様の領域に塗布し、オープン中220℃で加熱して乾燥固化させ、絶縁性被覆体27a～27dを形成した。

表 2

	絶縁性被覆体		絶縁性被覆体の熱膨張率 (ppm/°C)	絶縁性被覆体の面積抵抗 ( $\Omega/\square$ )	耐酸化性 (200°C×1000Hrでの抵抗変化、%)	経時的温度変化 (°C)	冷却時間 (sec)
	種別	組成					
実施例7	酸化物ガラス	PbO-SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	10 <sup>16</sup>	0.2	0	170
実施例8	ポリイミド樹脂	芳香族系	12	10 <sup>15</sup>	0.3	0	170
実施例9	シリコーン樹脂	メチルフェニル系	13	10 <sup>15</sup>	0.3	0	170

表 2 に示した結果より明らかなように、本実施例 7～9 においても、絶縁性被覆体の面積抵抗は、 $10^{15} \sim 10^{16} \Omega/\square$  と大きく、このような絶縁性被覆体により被覆された抵抗発熱体の抵抗変化は、0.2～0.3% と小さかった。

また、実施例 8、9 において耐酸化性の試験を行った後、絶縁性被覆体 27 を強制的にセラミック基板の表面から剥離させ、抵抗発熱体の表面から銀等の金属のマイグレーションが発生していないかを実施例 1 と同様にして観察したが、マイグレーションは全く発生していなかった。

さらに、実施例 7～9 に係るセラミックヒータの経時的温度変化は 0°C であり、冷却時間は 170 sec であった。

#### 実施例 10

SiC 粉末（平均粒径：1.1  $\mu\text{m}$ ）100 重量部、B<sub>4</sub>C 4 重量部、アクリルバイнда 12 重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体を形成し、この生成形体を 1890°C、圧力：20 MPa の条件でホットプレスし、厚さがほぼ 3 mm の SiC からなる板状焼結体を得た。さらに、この板状焼結体の表面を #800 のダイヤモンド砥石で研磨し、ダイヤモンドペーストでポリッシングして  $R_a = 0.008 \mu\text{m}$  とした。さらに表面にガラスペースト（昭栄化学工業社製 G-5177）を塗布し、600°C に昇温し、厚さ 3  $\mu\text{m}$  の SiO<sub>2</sub> 層を形成した。

そして、この板状焼結体から直径 210 mm の円板体を切り出してセラミック

基板とし、上記  $\text{SiO}_2$  層を形成した面を抵抗発熱体を形成する面とし、図 5 に示したように、厚さ  $50\text{ }\mu\text{m}$  の絶縁性被覆体を抵抗発熱体が形成された領域全体に被覆したほかは、実施例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造した。

以上のようにして、 $\text{SiC}$  からなる基板を用いたセラミックヒータを製造した  
5 後、このセラミックヒータについて、用いた絶縁性被覆体材料の熱膨張率と面積抵抗率とを測定し、また、表面抵抗耐酸化性を調査した。

また、 $200^\circ\text{C}$  までセラミックヒータを昇温して、サーモビューアで加熱面を観察し、任意の 1 点の温度が 10 時間でどれだけ変動するかを測定し、経時的温度変化を調べ、さらに、 $0.1\text{ m}^3/\text{分}$  で空気をセラミックヒータに吹きつけて、加  
10 熱面の温度が  $50^\circ\text{C}$  に低下するまでに必要な時間を測定した。その結果を表 3 に示した。

なお、表面抵抗の測定条件、耐酸化性の評価方法、経時的温度変化の評価方法は、実施例 1 と同様である。

#### 実施例 1 1

15 酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（ポリイミド樹脂）を用い、以下の方法により絶縁性被覆体 37 を形成したほかは、実施例 10 と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例 10 と同様に評価した。その結果を表 3 に示した。

すなわち、まず、芳香族ポリイミド粉末 80 重量%とポリアミド酸 20 重量%  
20 とからなるペースト状または粘液状の混合物の溶液を調製した後、この混合物の溶液を、抵抗発熱体が形成された領域全体に塗布し、混合物の層を形成した。

この後、形成された混合物の層を連続焼成炉中で  $350^\circ\text{C}$  で加熱して乾燥固化させ、抵抗発熱体表面およびセラミック基板に融着させた。このとき、形成された絶縁性被覆体の厚さは  $10\text{ }\mu\text{m}$  であった。

#### 25 実施例 1 2

酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（シリコン系樹脂）を用い、以下の方法により絶縁性被覆体 37 を形成したほかは、実施例 10 と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例 10 と同様に評価した。その結果を表 3 に示した。

すなわち、メチルフェニル系のシリコーン樹脂を抵抗発熱体が形成された領域全体に塗布し、オープン中220℃で加熱して乾燥固化させ、絶縁性被覆体37を形成した。

5 以上のようにして、SiCからなる基板を用いたセラミックヒータを製造した後、このセラミックヒータについて、用いた絶縁性被覆体材料の熱膨張率と面積抵抗率とを測定し、また、表面抵抗耐酸化性を調査した。

また、200℃までセラミックヒータを昇温して、サーモビューアで加熱面を観察し、任意の1点の温度が10時間でどれだけ変動するかを測定し、経時的温度変化を調べ、さらに、0.1m<sup>3</sup>/分で空気をセラミックヒータに吹きつけて、加  
10 熱面の温度が50℃に低下するまでに必要な時間を測定した。その結果を表3に示した。

なお、表面抵抗の測定条件、耐酸化性の評価方法、経時的温度変化の評価方法は、実施例7と同様である。

15 表3

	絶縁性被覆体		絶縁性被覆体の熱膨張率 (ppm/℃)	絶縁性被覆体の面積抵抗 (Ω/□)	耐酸化性 (200℃×1000hrでの抵抗変化、%)	経時的温度変化 (℃)	冷却時間 (sec)
	種別	組成					
実施例10	酸化物ガラス	PbO-SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	10 <sup>16</sup>	0.2	0	190
実施例11	ポリイミド樹脂	芳香族系	12	10 <sup>15</sup>	0.3	0	180
実施例12	シリコーン樹脂	メチルフェニル系	13	10 <sup>15</sup>	0.3	0	180

表3に示した結果より明らかなように、実施例10～12においては、抵抗発熱体の抵抗変化は、0.2～0.3%と小さかった。

20 また、実施例10～12に係るセラミックヒータの経時的温度変化は0℃であり、冷却時間は180～190secであった。

上記した通り、実施例1～6に係るセラミックヒータは、抵抗発熱体の表面にのみ絶縁性被覆体を被覆した構成であり、実施例7～9に係るセラミックヒータ

は、抵抗発熱体が形成された部分を含む領域一帯に絶縁性被覆体を被覆したものと、セラミック基板の直径方向に隣接する2以上の回路からなる抵抗発熱体を一体的に絶縁性被覆体で被覆したものからなる構成であり、実施例10～12に係るセラミックヒータは、抵抗発熱体が形成された領域全体を絶縁性被覆体で被覆した構造である。一方、比較例1に係るセラミックヒータは、抵抗発熱体を金属で被覆した構造であり、比較例2に係るセラミックヒータは、抵抗発熱体に何も被覆していない構造である。

実施例1～12に係るセラミックヒータについての経時的温度変化および冷却時間を比較すると、絶縁性被覆体の被覆面積が大きくなるほど、経時による温度変化が少なく、冷却時間は長くなっている。

経時による温度変化に関しては、絶縁性被覆体がセラミック基板自体を保温する効果を有しているため、絶縁性被覆体の面積が大きくなると温度変化が小さくなるものと推定される。また、冷却時間については、絶縁性被覆体の面積が大きくなるほど絶縁性被覆体の熱容量が大きくなるため、冷却時間が長くなると推定される。

一方、比較例1、2に係るセラミックヒータでは、ニッケルめっきによる被覆がなされているか、全く被覆がなされていないため、冷却時間は短いものの、経時的温度変化が大きくなっている。

従って、加熱面の温度の均一性と冷却速度の観点からは、加熱面の温度の均一性に優れ、冷却時間も比較的短い、実施例7～9のような、抵抗発熱体が形成された1または2以上の回路を含む領域一帯に絶縁性被覆体が形成されたもの（図3参照）が好ましいと考えられる。

また、表1～3に示した結果より明らかなように、本発明のセラミックヒータは、抵抗発熱体が絶縁性被覆体により被覆されているため、抵抗変化率が小さく、温度制御性に優れる。また、半導体製造装置内での反応性ガスに対する耐腐食性も優れている。

さらに、絶縁性被覆体が絶縁体であるため、抵抗発熱体の抵抗値を高くしても、電流が絶縁性被覆体を流れることはなく、100℃以上の使用領域を持つヒータを得ることができる。



また、絶縁性被覆体として酸化物ガラスを使用した場合は、酸化物ガラスとセラミック基板との密着性に優れ、また熱膨張率も小さいため、クラックが発生しにくく、同時に抵抗発熱体の抵抗変化率も小さい。

さらに、絶縁性被覆体として耐熱性樹脂を使用した場合は、比較的低温で絶縁性被覆体を形成することができる。

このように、本発明は、 $100\sim 200^{\circ}\text{C}$ までの低温用、 $200\sim 400^{\circ}\text{C}$ までの中温用、 $400\sim 800^{\circ}\text{C}$ の高温用のヒータとして最適である。

#### 産業上の利用可能性

10 以上の説明のように、本発明に係るセラミックヒータは、抵抗変化率が小さく、温度制御性に優れる。また、半導体製造装置内での反応性ガスに対する耐腐食性も優れ、しかも絶縁性被覆体が絶縁体であるため、抵抗発熱体の抵抗値を高くすることもでき、中温用、高温用のヒータとして使用することができる。

また、抵抗発熱体が形成された部分を含む所定の領域一帯に絶縁性被覆体を形成した場合には、上記した効果を奏するとともに、銀等の金属のマイグレーションを防止することができる。また、被覆が容易であるため、絶縁性被覆体を形成するコストを削減することができる。

## 請求の範囲

1. セラミック基板表面に1または2以上の回路からなる抵抗発熱体が配設され、該抵抗発熱体に絶縁性被覆体が設けられてなることを特徴とするセラミック  
5 ヒータ。

2. 前記絶縁性被覆体は、前記回路が形成された部分を含む領域一帯に設けられている請求の範囲1に記載のセラミックヒータ。

10 3. 前記セラミック基板は、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる請求の範囲1または2に記載のセラミックヒータ。

4. 前記絶縁性被覆体は、酸化物ガラスからなる請求の範囲1～3のいずれか1に記載のセラミックヒータ。

15

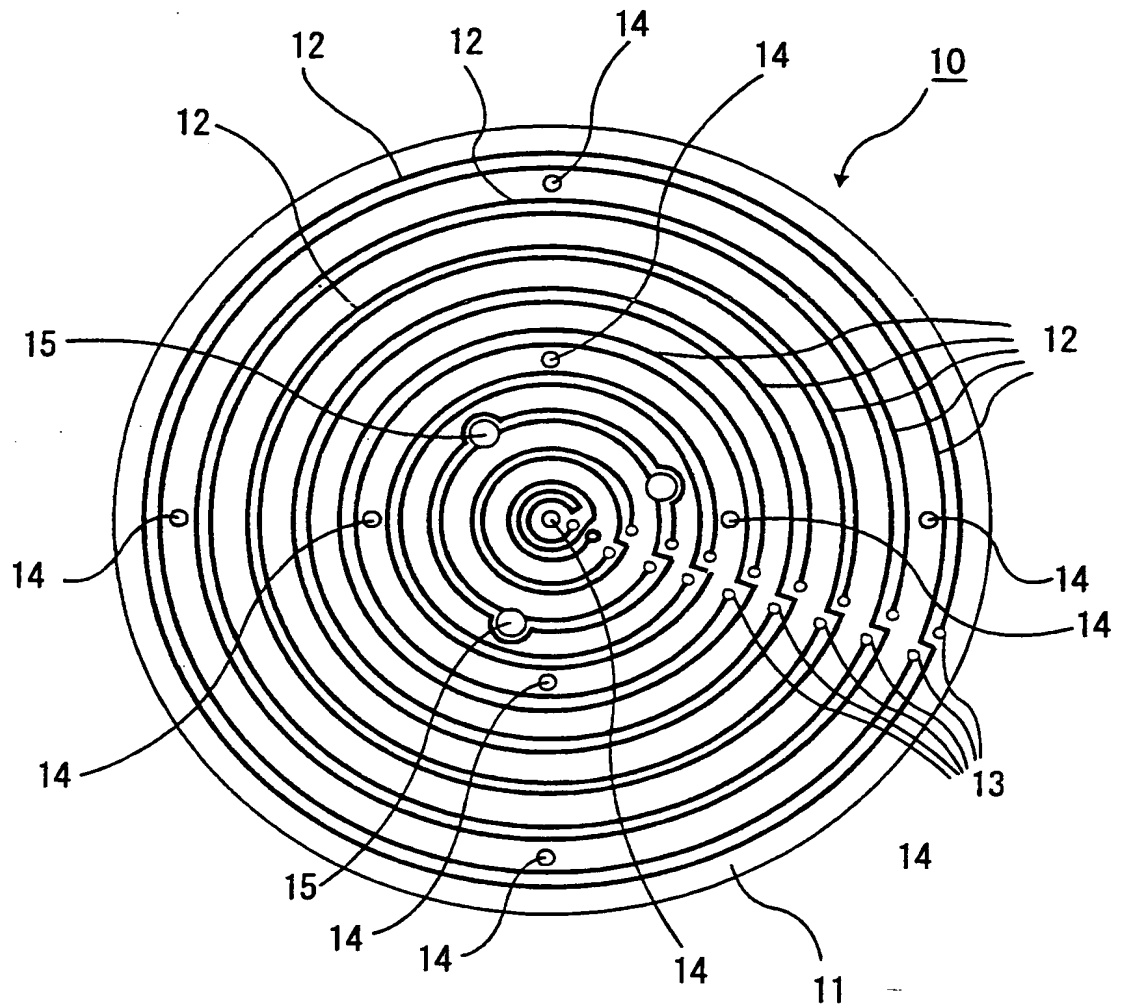
5. 前記絶縁性被覆体は、耐熱性樹脂材料からなる請求の範囲1～3のいずれか1に記載のセラミックヒータ。

6. 前記耐熱性樹脂材料は、ポリイミド系樹脂およびシリコン系樹脂から選  
20 ばれる1種以上である請求の範囲5に記載のセラミックヒータ。

7. 前記抵抗発熱体が形成された側の反対側が加熱面である請求の範囲1～6のいずれか1に記載のセラミックヒータ。

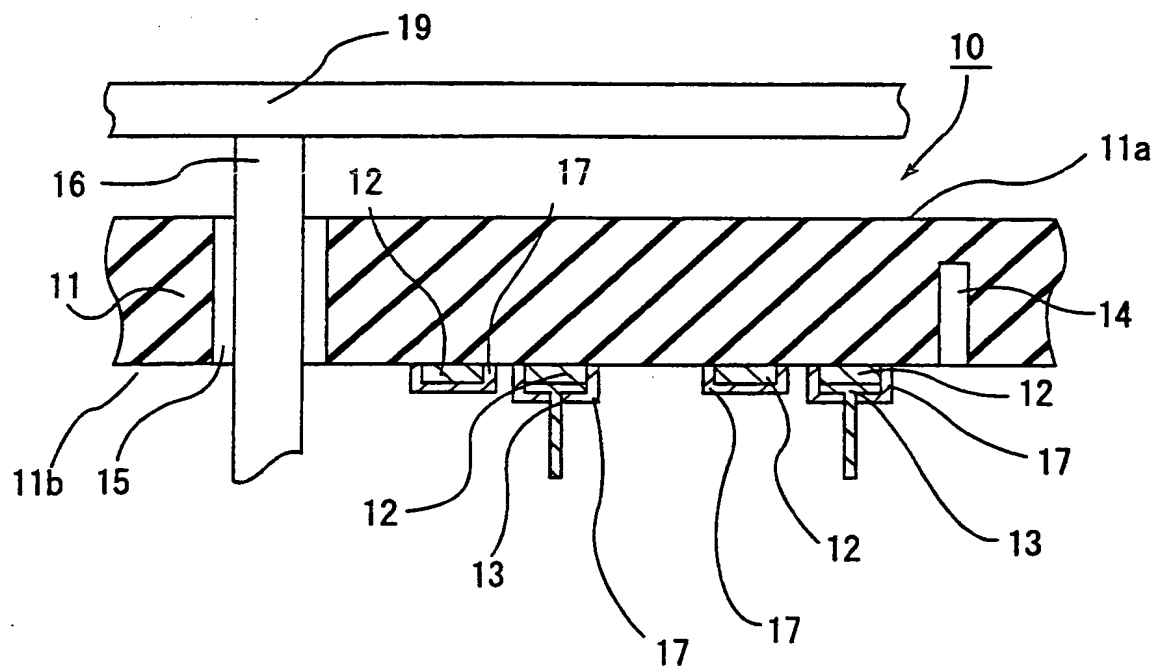
25 8. 前記絶縁性被覆体は、2以上の回路からなる抵抗発熱体を一体的に被覆する請求の範囲1～7のいずれか1に記載のセラミックヒータ。

图1



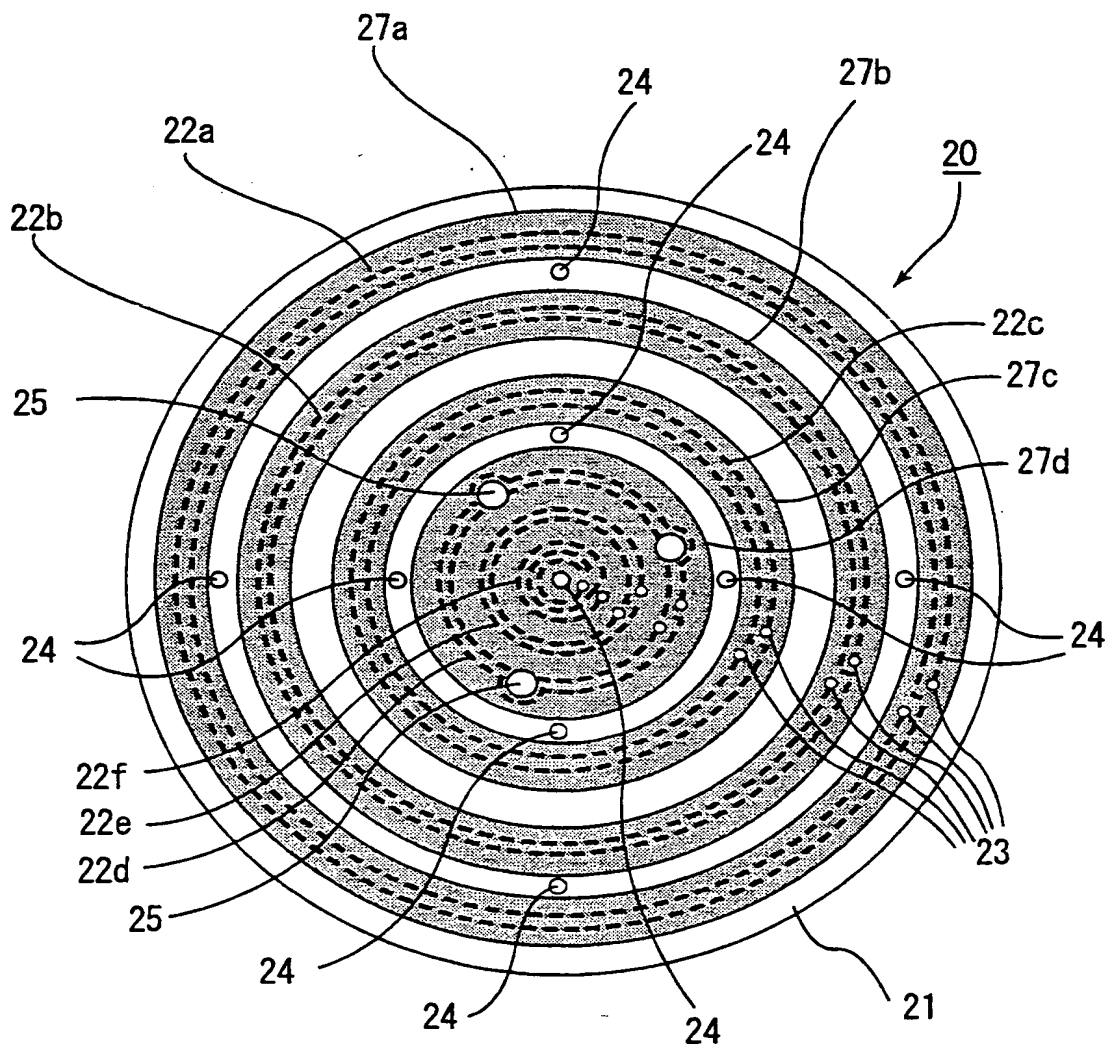
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

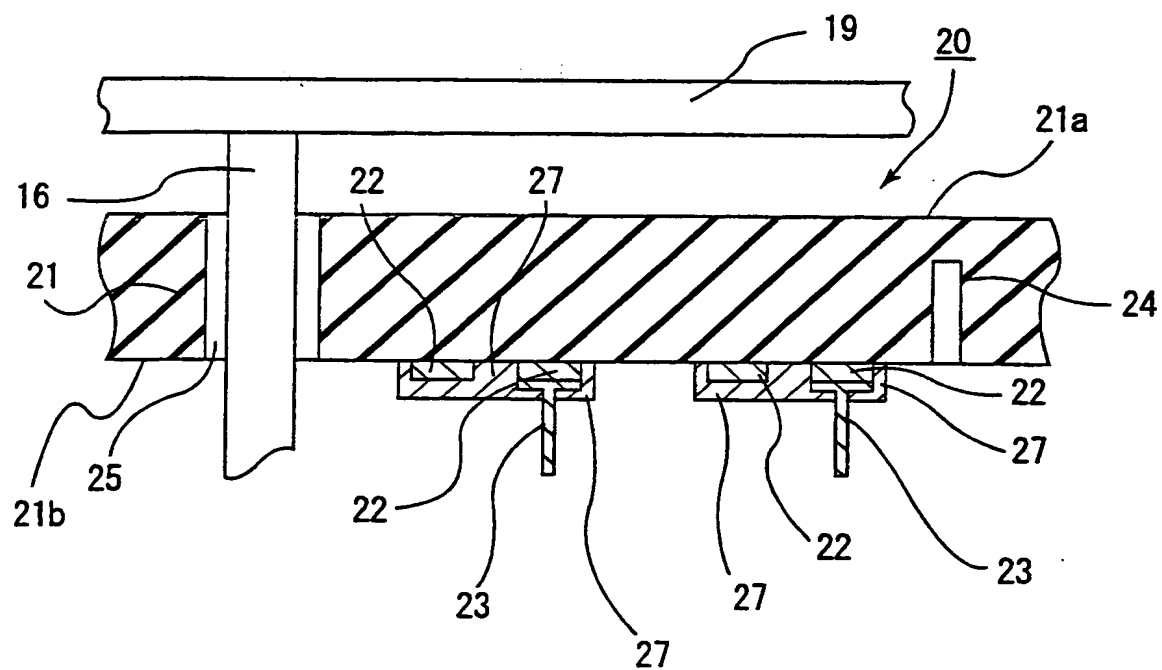
3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

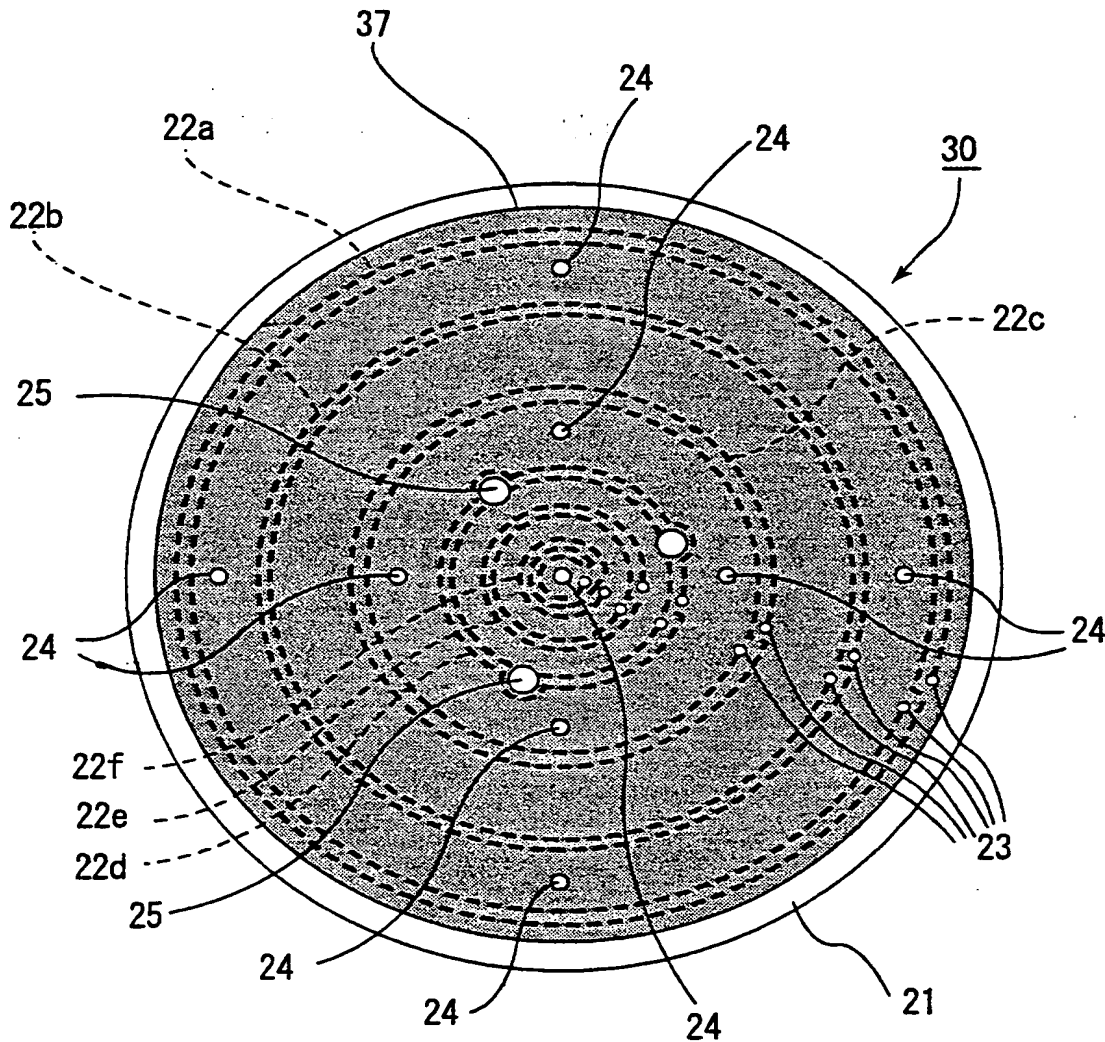


図4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08226

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H05B 3/20, H05B 3/16, H05B 3/10, H05B 3/56,  
H01L 21/324

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H05B 3/20, H05B 3/16, H05B 3/10, H05B 3/56,  
H01L 21/324

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 8-243991, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 24 September, 1996 (24.09.96) & WO, 96026814, A	1-6, 8
X	JP, 9-63757, A (Sharp Corporation), 07 March, 1997 (07.03.97), (Family: none)	1, 2, 4, 8
X Y	US, 5665260, A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 09 September, 1997 (09.09.97) & JP, 7-307377, A	1-3, 7, 8 4-6
X Y	JP, 11-176559, A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 02 July, 1999 (02.07.99), (Family: none)	1-3, 8 4-7
Y	JP, 11-40330, A (IBIDEN CO., LTD.), 12 February, 1999 (12.02.99), (Family: none)	1-8
EX	JP, 2000-12665, A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 14 January, 2000 (14.01.00),	1-3, 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing  
date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
cited to establish the publication date of another citation or other  
special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
means

"P" document published prior to the international filing date but later  
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or  
priority date and not in conflict with the application but cited to  
understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered to involve an inventive step when the document is  
combined with one or more other such documents, such  
combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 January, 2001 (09.01.01)

Date of mailing of the international search report  
23 January, 2001 (23.01.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/JP00/08226****C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	(Family: none)	

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05B 3/20, H05B 3/16, H05B 3/10, H05B 3/56,  
H01L 21/324

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05B 3/20, H05B 3/16, H05B 3/10, H05B 3/56,  
H01L 21/324

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1971年-1996年

日本国公開実用新案公報 1971年-1996年

日本国登録実用新案公報 1994年-2001年

日本国実用新案登録公報 1996年-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 8-243991, A (松下電器産業株式会社) 24. 9月. 1996 (24. 09. 96) & WO, 96026814, A	1-6, 8
X	J P, 9-63757, A (シャープ株式会社) 7. 3月. 1997 (07. 03. 97) (パテントファミリーなし)	1, 2, 4, 8
X	US, 5665260, A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) 9. 9月. 1997 (09. 09. 97)	1-3, 7, 8
Y	& J P, 7-307377, A	4-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 01. 01

国際調査報告の発送日

23.01.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新海 岳

3 L

8 1 1 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3335

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 11-176559, A (信越化学工業株式会社) 2. 7月. 1999 (02. 07. 99) (パテントファミリーなし)	1-3, 8
Y		4-7
Y	J P, 11-40330, A (イビデン株式会社) 12. 2月. 1999 (12. 02. 99) (パテントファミリーなし)	1-8
EX	J P, 2000-12665, A (信越化学工業株式会社) 14. 1月. 2000 (14. 01. 00) (パテントファミリーなし)	1-3, 8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08226

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H05B 3/20, H05B 3/16, H05B 3/10, H05B 3/56,  
H01L 21/324

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H05B 3/20, H05B 3/16, H05B 3/10, H05B 3/56,  
H01L 21/324

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 8-243991, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 24 September, 1996 (24.09.96) & WO, 96026814, A	1-6, 8
X	JP, 9-63757, A (Sharp Corporation), 07 March, 1997 (07.03.97), (Family: none)	1, 2, 4, 8
X Y	US, 5665260, A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 09 September, 1997 (09.09.97) & JP, 7-307377, A	1-3, 7, 8 4-6
X Y	JP, 11-176559, A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 02 July, 1999 (02.07.99), (Family: none)	1-3, 8 4-7
Y	JP, 11-40330, A (IBIDEN CO., LTD.), 12 February, 1999 (12.02.99), (Family: none)	1-8
EX	JP, 2000-12665, A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 14 January, 2000 (14.01.00),	1-3, 8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not  
 considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing  
 date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
 cited to establish the publication date of another citation or other  
 special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
 means  
 "P" document published prior to the international filing date but later  
 than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or  
 priority date and not in conflict with the application but cited to  
 understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
 considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
 step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
 considered to involve an inventive step when the document is  
 combined with one or more other such documents, such  
 combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
 09 January, 2001 (09.01.01)

Date of mailing of the international search report  
 23 January, 2001 (23.01.01)

Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08226

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	(Family: none)	

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 IB501WO	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP00/08226	国際出願日 (日.月.年) 22.11.00	優先日 (日.月.年) 24.11.99
出願人(氏名又は名称) イビデン株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 2 図とする。 ☐ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☒ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05B 3/20, H05B 3/16, H05B 3/10, H05B 3/56,  
H01L 21/324

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05B 3/20, H05B 3/16, H05B 3/10, H05B 3/56,  
H01L 21/324

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1971年-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971年-1996年  
 日本国登録実用新案公報 1994年-2001年  
 日本国実用新案登録公報 1996年-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 8-243991, A (松下電器産業株式会社) 24. 9月. 1996 (24. 09. 96) & WO, 96026814, A	1-6, 8
X	JP, 9-63757, A (シャープ株式会社) 7. 3月. 1997 (07. 03. 97) (パテントファミリーなし)	1, 2, 4, 8
X	US, 5665260, A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) 9. 9月. 1997 (09. 09. 97)	1-3, 7, 8
Y	& JP, 7-307377, A	4-6

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 01. 01

国際調査報告の発送日

23.01.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新海 岳

3L

8111

電話番号 03-3581-1101 内線 3335

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 11-176559, A (信越化学工業株式会社) 2. 7月. 1999 (02. 07. 99) (パテントファミリーなし)	1-3, 8
Y		4-7
Y	J P, 11-40330, A (イビデン株式会社) 12. 2月. 1999 (12. 02. 99) (パテントファミリーなし)	1-8
EX	J P, 2000-12665, A (信越化学工業株式会社) 14. 1月. 2000 (14. 01. 00) (パテントファミリーなし)	1-3, 8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**